DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Fünfter Jahrgang. **3. August 1917.** **Heft 31.**

Über die Entstehung von funktionellen Anpassungen im individuellen Dasein[1]).

Von Dr. med. Otto Loewi,

o. ö. Professor an der Universität Graz, Vorstand des pharmakologischen Instituts.

Die lebenden Organismen sind in eine Umwelt gestellt, deren Elemente auf sie wirken. Da die Umwelt ständig innerhalb einer übrigens nicht geringen Breite wechselt, muß der lebende Organismus — und was für den ganzen gilt, gilt natürlich auch für seine Teile — über Einrichtungen verfügen, die seine Funktionstüchtigkeit auch bei wechselnden Außenbedingungen gewährleisten: in der Tat ist er derart beschaffen, daß er, allerdings nur in mancher Richtung, bis zu einem gewissen Grade sich diesen anpassen kann, das heißt also die Befähigung besitzt, bei Auftreten neuer Außenbedingungen in einer für seinen Bestand vorteilhaften Weise zu reagieren; würden wir den Gesichtspunkt des Vorteils aus der Definition fortlassen, so würde Anpassung nichts anderes bedeuten als die Grundeigenschaft der lebenden Substanz überhaupt, sowie von sich aus auch von außen her, und zwar entsprechend der Größe der Außeneinflüsse veränderlich zu sein. *Darwin* hielt bekanntlich den Einfluß der Umwelt auf die belebten Organismen und deren Änderungsfähigkeit für so weitgehend, daß er davon die Entstehung der verschiedenen Arten ableitete. Sei dem, wie es wolle! Mit den bestehenden Anpassungserscheinungen, über die also ein Organismus von vornherein verfügt, wollen wir uns hier nicht beschäftigen. Wir wollen vielmehr nur untersuchen, in welchem Ausmaß innerhalb der begrenzten Zeit eines individuellen Daseins Anpassungserscheinungen entstehen und sich entwickeln können: solche beobachten wir u. U., wenn der Organismus unter Bedingungen gesetzt wird, die er von vornherein nicht bewältigen kann. Wir stellen uns also die Frage: Wie fängt es ein auf eine bestimmte Umwelt eingestellter Organismus an, das durch Änderung dieser Umwelt gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen? Die Verfolgung solcher Vorgänge setzt uns möglicherweise in den Stand, etwas über den Mechanismus und das bestenfalls zu erreichende Ausmaß von Anpassungsfähigkeit zu erfahren. Solche Einsicht wäre aber nicht nur von theoretischem, sondern auch von eminent praktischem Interesse: stellt doch z. B. die ganze Frage nach dem Wert der Erziehung und der einzelnen Erziehungsmethoden nur einen Einzelfall der hier behandelten Anpassungsfragen dar.

Bei der Vielheit der zu beobachtenden *Neuanpassungen*, wie die im Einzeldasein entstehenden Anpassungserscheinungen kurz benannt werden mögen, wird natürlich der Mechanismus im einzelnen ein verschiedener sein; bei möglichst eingehender Analyse kommen wir aber vielleicht doch zu Gesetzen, die einheitlich allen Anpassungsvorgängen zugrunde liegen. Mindestens ist die Lösung der wichtigen Frage zu erhoffen, ob die Änderung von Außenbedingungen nur zu quantitativen oder auch zu qualitativen Reaktionsänderungen der Organismen bzw. ihrer Funktionen führen kann. Ich beschränke mich dabei im wesentlichen auf die höheren Tiere und bei diesen im wesentlichen auf funktionelle Vorgänge.

Bekanntlich nehmen Muskeln, die in besonderem Maße beansprucht werden, mit der Zeit an funktionierender Masse zu. Es ist nicht ohne Interesse, daß diese Zunahme auch stattfindet, wenn gleichzeitig der übrige Organismus z. B. infolge unzureichender Ernährung abnimmt. Natürlich wird durch die Zunahme die Bewältigung der Aufgabe mehr und mehr erleichtert. Wie bei jeder Arbeit, so ist auch bei der Muskelarbeit der Stoffumsatz gesteigert; jede Steigerung des Umsatzes aber führt zu entsprechendem Wiederaufbau. Das ist der Grund, weshalb ein normal arbeitender Muskel nicht abnimmt.

Warum aber nimmt ein regelmäßig und angestrengt arbeitender Muskel sogar zu? Warum kommt es hier zu einer Überkompensation? Wir werden vielleicht am ehesten eine Einsicht gewinnen, wenn wir zusehen, in welch anderen Fällen eine Zunahme, und zwar wie hier an Eiweiß, zu beobachten ist. Das ist der Fall bei jugendlichen Individuen und bei Rekonvaleszenten; ferner bei Herabsetzung der O_2-Zufuhr, z. B. im Hochgebirge[1]) und bei primärer, geringgradiger Störung der O_2-Verwertung durch die Gewebe, wie nach Darreichung unserer besten Roborantien: Eisen, Phosphor, Arsen[2]). All diese Fälle haben nun das mit dem arbeitenden Muskel gemeinsam, daß auch bei ihnen der Stoffumsatz hochgradig gesteigert ist. Wir gehen darum kaum fehl mit der Annahme, daß gesteigerter Umsatz und Eiweißansatz etwas miteinander zu tun haben; vielleicht sind beide parallele Folgen der gleichen Ursache, vielleicht aber stehen sie auch in einem ursächlichen Verhältnis zueinander. Ich möchte nun unter allem Vorbehalt auf eine Möglichkeit hinweisen. Wir haben soeben gesehen, daß Eiweißansatz ge-

[1]) Nach einem Vortrage, gehalten im Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark am 10. März 1917.

funden wird in Fällen, wo der O_2-Verbrauch herabgesetzt ist, sei es dadurch, daß weniger angeboten wird, wie im Höhenklima, überhaupt bei herabgesetztem O_2-Gehalt der Luft, sei es dadurch, daß seine Verwertung herabgesetzt ist, wie nach Anwendung der genannten Arzneimittel. Dies legt die Frage nahe, ob nicht auch in den anderen Fällen, wo Eiweißansatz beobachtet wird, etwa O_2-Mangel besteht und ursächlich in Betracht kommt. Jede Umsatzsteigerung steigert entsprechend das O_2-Bedürfnis. Es ist nun zum mindesten fraglich, ob dies Bedürfnis trotz gewisser Einrichtungen, die eine Steigerung der O_2-Versorgung gewährleisten, wie Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes, voll befriedigt wird oder ob nicht allemal bei gesteigertem Bedürfnis, wenn auch nur vorübergehend, ein relativer O_2-Mangel zustande kommt. Gerade für den uns hier interessierenden Fall des Ansatzes bei Muskelübung scheinen mir die Verhältnisse für das Bestehen unzureichender O_2-Versorgung zu sprechen. Anstrengende Arbeit führt zu Ermüdung. Ermüdung aber führt zu einer Kontraktion der Blutgefäße in den ermüdeten Muskeln[3]), und nur in diesen, und damit natürlich zu einer schlechten O_2-Versorgung der Muskeln. Danach könnten wir also in unzureichender O_2-Versorgung den Wachstumsreiz sehen, Wachstumsfähigkeit natürlich vorausgesetzt.

Diese Anschauung findet nun eine starke Stütze im Folgenden, womit wir gleichzeitig zu einer weiteren Neuanpassung übergehen.

Bekanntlich werden im Leben die Zellen abgenützt und die abgenützten Bestandteile durch neue ersetzt, so, daß der Bestand aufrechterhalten wird. Von den roten Blutkörperchen nun, die die Aufgabe erfüllen, den Zellen den notwendigen O_2 zu vermitteln, wissen wir, daß sie als ganze zugrunde gehen und daß dauernd neue gebildet werden, und zwar in gleichem Ausmaß, so, daß ihre Zahl konstant bleibt. Aus letzterer Tatsache müssen wir schließen, daß das Ausmaß der Neubildung bestimmt wird durch das Ausmaß des Unterganges. Daß dem so ist, wird dadurch bewiesen, daß eine künstlich, z. B. durch Aderlaß, gesetzte Herabsetzung der Zahl der Blutkörperchen, also gewissermaßen eine Übertreibung des in der Norm nur langsam und in geringem Maße sich vollziehenden Vorgangs bald und in steigendem Maße zu einer Neubildung im Knochenmark und anderen blutbildenden Organen führt. Wodurch aber kommt dieser Anreiz zustande? Eine Abnahme der roten Blutkörperchen führt naturgemäß zu einer O_2-Verarmung der Gewebe, und es liegt schon von vornherein nahe, anzunehmen, daß der hierdurch veränderte Chemismus den Reiz für die Blutneubildung abgibt. Daß dem wirklich so ist, wird aber streng bewiesen durch den Erfolg der Atmung O_2-armer Luft: sie führt regelmäßig zu einer Vermehrung der roten Blutkörperchen. Danach verstehen wir also, wie der Untergang roter Blutkörperchen ihren Ersatz durch Neubildung anregen kann. Wir verstehen aber auch eine der bestgekannten Neuanpassungen: nämlich die des Menschen, der aus der Ebene kommt, an die dünnere, darum O_2-ärmere Luft des Hochgebirges. Sie kommt ebenfalls dadurch zustande, daß infolge der O_2-Armut der Luft es zu einer entsprechenden Vermehrung der roten Blutkörperchen kommt[3]), und diese gleicht dann die Verminderung des Luftsauerstoffs aus und beseitigt damit *eine* wichtige Ursache der Höhenbeschwerden.

Ich habe bereits erwähnt, daß es in der Höhe zu Eiweißansatz kommt, und zwar ist dieser größer, als daß er nur für die neugebildeten Blutkörperchen in Betracht kommen könnte. Demnach stellt eine gewisse Beschränkung der O_2-Zufuhr einen allgemeinen, natürlich nicht den einzigen Wachstumsreiz dar.

Wie wirkt aber dieser Reiz?

Vorbedingung für seine Wirkungsmöglichkeit ist natürlich, daß in den Zellen ein Wachstumstrieb vorhanden ist. Dieser ist eine der lebenden Substanz zukommende, nicht weiter analysierbare Eigenschaft. Jedes lebende System stellt nun die Resultante aus gleichzeitig wirksamen fördernden und hemmenden Faktoren dar. Leiten wir, wie in unserem Fall, mittelst Beschränkung der O_2-Zufuhr Wachstum ein, so kann dies die Folge davon sein, daß dieser Außenumstand den Wachstumstrieb fördernde Faktoren erregt oder den Wachstumstrieb hemmende beseitigt hat. Das können wir in diesem und vielen anderen Fällen nicht entscheiden. Wohl aber kennen wir eine große Reihe von Anpassungsvorgängen, die nachweisbar als Folge davon sich entwickeln, daß unter normalen Bedingungen vorhandene Hemmungen beseitigt werden. Dahin gehören fast all die Ausgleichsvorgänge, die nach wie immer veranlaßtem, teilweisem oder völligem Ausfall von Funktionen des Nervensystems eintreten. Entsprechend ihrer Bedeutung müßten wir etwas näher auf sie eingehen. Zu ihrem Verständnis muß ich einiges vorausschicken: Wenn wir in der Tierreihe hinabsteigen zu den einzelligen Lebewesen, so sehen wir dort, wie die *eine* Zelle sämtlichen lebenswichtigen Funktionen gerecht wird. Je höher wir dann aufsteigen in der Reihe der zusammengesetzten Organismen und je komplizierter ihre Funktionen werden, um so mehr tritt eine Arbeitsteilung ein; die eine Zelle leistet dies, die andere das andere. Damit aber der Gesamtorganismus bestehen kann, müßten die Leistungen der einzelnen Zellprovinzen zugunsten des Ganzen zusammenarbeiten, und diese Zusammenarbeit der Teile, der consensus partium wird gewährleistet durch eine Zentrale, das zentrale Nervensystem. Dieses, dauernd unterrichtet, reguliert die Tätigkeit der einzelnen Organe, im Sinne des Ganzen sie fördernd oder hemmend. Dabei nimmt es auf die Tätigkeit der einzelnen Organe einen sehr verschieden großen Einfluß. Einzelne, und dahin gehört die Bewegungsmuskulatur, empfangen ihre

Impulse ausschließlich vom Nervensystem her. Dadurch geht mit der Zeit die im embryonalen Leben noch vorhandene Automatie, d. i. die Befähigung auf nicht nervöse, also in ihr selbst entstehende oder vom Blut zugeleitete Reize zu antworten[6]), völlig und unwiederbringlich verloren; nach Trennung vom Nervensystem stellt sich die Funktionsfähigkeit der Muskulatur nicht mehr her und die Muskulatur geht zugrunde. Ganz anders bei den lebenswichtigen sog. vegetativen Organen. Ihre Befähigung zur Automatie kann durch das Nervensystem zwar eingeschränkt werden, kann sich auch mehr oder weniger zurückbilden, aber sie geht nie ganz verloren und bleibt entwicklungsfähig. Trennen wir daher ein vegetatives Organ vom Nerven, so tritt mit der Zeit immer wieder die normale Funktion ein, dadurch, daß die vom Nerv gehemmt gewesene Erregbarkeit für andere als Nervreize allmählich wieder anwächst. Ein gutes Beispiel dafür gibt das Herz: all seine Abteilungen, Sinus, Vorhof und Ventrikel sind fähig, die für die Tätigkeit notwendigen rhythmischen Reize zu erzeugen. Unter normalen Verhältnissen werden sie nur im Sinus erzeugt; wird dieser aber entfernt, so beginnt allmählich der Vorhof sie zu erzeugen, und bei dessen Entfernung wacht allmählich die Befähigung des Ventrikels zur Reizerzeugung wieder auf[7]).

Ein großartiges Beispiel von Wiederherstellung der vegetativen Funktionen nach Ausfall eines gewaltigen Gebietes des Zentralnervensystems verdanken wir *Goltz* und *Ewald*[8]). Sie haben Hunden das gesamte Rückenmark vom verlängerten Mark abwärts entfernt und die Folgen beobachtet: in der ersten Zeit nach diesem Eingriff lagen sämtliche Funktionen des Hintertieres hochgradig darnieder. Allmählich aber trat eine Erholung ein, Darmtätigkeit, Zirkulation u. a. wurden ganz normal; ein Tier lebte 2 Jahre, ja die eine berühmt gewordene trächtige Hündin, bei der der die Sexualsphäre versorgende Rückenmarksabschnitt völlig entfernt worden war, gebar und säugte ein Junges. *Goltz* selbst war s. Z. der berechtigten Meinung, daß die Erholung nur Wiederherstellung des alten Zustandes gewesen sei, der durch den Choc infolge der Operation eine Störung erfahren habe. Eine Beteiligung des Chocs soll nicht in Abrede gestellt werden. Wesentlicher aber für die Erklärung der Erscheinungen ist der eben besprochene, in den letzten Jahren erbrachte Nachweis, daß nach Abtrennung vom Nerven die angeborene Befähigung der vegetativen Organe zur Automatie, d. h. ihre Empfindlichkeit für nicht nervöse Reize allmählich wieder anwächst. Danach würden also die Ausfalls- und Erholungserscheinungen in dem Goltzschen Versuch mindestens teilweise so zu erklären sein, daß, solange das Rückenmark da ist, es die Reizempfindlichkeit der Peripherie hemmt, so, daß diese infolge Nichtgebrauchs bis zu einem gewissen Grade schwindet. Daher der Ausfall nach der Rückenmarksexstirpation. Die Erholung tritt dann in dem Maße ein, wie die durch das Rückenmark gehemmt gewesene Reizempfindlichkeit wiederkehrt.

Wir kommen nun zu Ausgleichserscheinungen nach Ausfall von Funktionen innerhalb des Nervensystems selbst.

Auch dies ist begreiflicherweise um so komplizierter gegliedert, je größeren Ansprüchen es gerecht werden muß, und wie die peripheren Organe vom Nervensystem, so werden innerhalb dieses die einzelnen Teile von einem jeweilen übergeordneten beeinflußt: am höchsten steht die Großhirnrinde.

Nach Exstirpation einer ganzen Großhirnhemisphäre ist nach kurzer Zeit überhaupt keine Ausfallserscheinung mehr nachzuweisen und nach Entfernung großer Teile der Hirnrinde treten ebenfalls Ausgleichsvorgänge in weitem Umfang wieder ein[9]). Sie dürften in ähnlicher Weise zustandekommen, wie dies eben für die peripheren Organe beschrieben war: eine den vicariierend einspringenden Hirnteilen zu eigne, aber durch die höheren Hirnteile bislang gehemmte, vielleicht infolgedessen durch Untätigkeit zurückgebildete Automatie dürfte sich allmählich wieder herstellen und weiter entwickeln.

Diese Erfahrungen über die Folgen des Ausfalls gewisser Teile des Zentralnervensystems scheinen mir geeignet, gewisse Erscheinungen aus dem Gebiet der Gewöhnung an narkotische Gifte, insofern die giftempfindlichen Funktionen mit der Zeit relativ unempfindlich werden, dem Verständnis näher zu rücken.

Bekanntlich sind Gewohnheitssäufer, Alkoholiker, nur sehr schwer zu narkotisieren; sie geraten schon gleich nach Beginn der Narkose in ein starkes Aufregungsstadium, reden, schreien, lachen, schlagen um sich und man braucht große Mengen des Narcoticums, sie zur Ruhe zu bringen. Nun haben wir gesehen, daß nach operativer Entfernung der Hirnrinde die Funktion der subcorticalen Teile wächst. Der Alkohol hat nun die eigentümliche Wirkung, die feineren, das sind gerade die Hemmungsfunktionen der Großhirnrinde, zu lähmen. Ich stelle mir nun vor, daß, wie im obigen Fall das Messer des Experimentators, so beim Säufer die häufige Lähmung der Rindenfunktionen zu einer allmählichen Steigerung der niederen Rinden- und der subcorticalen Funktionen führt. Werden nun im Beginn der Narkose die letzten Rindenfunktionen ausgeschaltet, so zeigen sich die übermäßigen Subcorticalfunktionen ungehemmt; es ist aber bekannt, daß diese nur schwer narkotisierbar sind. Möglicherweise erklären sich in ähnlicher Weise die Aufregungszustände, die bei Paralytikern der Verabreichung von Schlafmitteln so oft folgen.

Nun zur Frage der Morphiumgewöhnung: sie besteht darin, daß bei wiederholter Einführung der anfangs wirksamen Dose deren erwünschte Gehirn- wie nicht erwünschte Darmwirkung, die Verstopfung, nicht mehr eintreten; sie zu erzielen,

muß man die Dose mehr und mehr steigern. Setzt man jetzt plötzlich aus, so treten schwere Aufregungszustände, Schlaflosigkeit, Durchfälle u. a. m. ein. Die Wirkung des Morphiums beruht auf der Hemmung bestimmter Organfunktionen. Wird diese Hemmung öfters herbeigeführt, so kommt es zu einem vicariierenden Erstarken der analogen Funktionen anderer nicht oder schwerer lähmbarer Teile[10]): auf diese Weise werden die Störungen ausgeglichen: die Verstopfung hört z. B. trotz Morphiumanwesenheit auf, weil von diesem nicht lähmbare Teile für den Reiz des Darminhalts allmählich empfindlicher geworden sind. Wird jetzt das Morphium ausgesetzt, so addiert sich zu diesen vicariierend erstarkten Funktionen die bislang durch das Morphium gehemmt gewesene: es kommt daher zu den Abstinenzerscheinungen, d. h. zu einer übermäßigen Funktion, also im Gehirn zu Aufregungszuständen, im Darm zu Durchfällen usw.

Alle Anpassungen, von denen wir bisher sprachen, sind solche, die sich automatisch vollziehen, d. h. ohne Zwischenkunft unseres Bewußtseins. Wir kommen nun zu den so wichtigen Anpassungen, die sich auf psychischem Gebiete im weitesten Sinne des Wortes beobachten lassen. Wollen wir etwas über ihren Mechanismus erfahren, so müssen wir sie unter möglichst eindeutigen Versuchsbedingungen studieren. Solche Versuche ausgeführt zu haben, ist das große Verdienst des russischen Physiologen *Pawlow*[11]): Ich gehe unmittelbar auf diese ein: Füttert man einen Hund, so fließt Speichel. Der Vorgang vollzieht sich folgendermaßen: die Nahrung erregt sensible Nerven im Mund, diese leiten die Erregung zum Sekretionszentrum und von dort aus wird die Sekretion eingeleitet. Kombiniert man nun die Fütterung des Tieres mit einem zweiten ganz indifferenten Reiz, z. B. Streicheln der Haut des Tieres, und wiederholt man diese Kombination lange Zeit, so kann man nach einiger Zeit auch ohne gleichzeitige Fütterung, also durch das bloße Streicheln der Haut Speichelfluß erzielen. Es hat sich also allmählich ein neuer Reflex gebildet, den *Pawlow* zur Unterscheidung vom gewöhnlichen als „bedingten Reflex" bezeichnet: es hat sich der früher indifferente Reiz, das Streicheln, einen Weg nach einem bestimmten Teil des Zentralnervensystems, nämlich zu dem Sekretionszentrum gebahnt. Bevor wir suchen, diese Tatsache zu erklären, sei ein zweiter Versuch von *Pawlow* angeführt: er kombiniert wiederum die Fütterung, diesmal aber nicht mit einem indifferenten, sondern mit einem höchst eingreifenden, für sich allein zu stärkster Schmerzäußerung führenden, nämlich mit intensiver Elektrisierung der Haut des Tieres. Wird diese Kombination eine Zeitlang durchgeführt, so ruft die stärkste Hautreizung schließlich nur Speichelfluß, aber nicht mehr die geringste Abwehrreaktion hervor. *Pawlow* schreibt wörtlich: „In diesem Stadium kann man die Haut des Hundes schneiden, quetschen oder brennen und Sie werden doch nur die objektiven Merkmale dessen sehen, was wir, nach uns selbst geurteilt, einen starken Appetit genannt hätten, d. h. der Hund wendet sich zum Experimentator, beleckt sich und es fließt reichlich Speichel."

Die beiden Versuche bestätigen uns zunächst, daß vermöge einer besonderen Eigenschaft des Zentralnervensystems Erregung je nach den Bedingungen auf den einen oder den anderen, in diesem Fall auf einen ganz neuen Weg geleitet werden und daß dieser Weg mit der Zeit sich fixiert. Sie lehren uns aber weiter Bedingungen kennen, die für die Wahl eines bestimmten Weges maßgeblich sind. Wir sehen nämlich, daß sowohl indifferente Reize, die sonst unbestimmt in der Nervenmasse zerflossen wären, als auch sehr eingreifende Reize, die vorher schon mit einem Zentrum festverbunden waren, sich nach dem Punkte richten, wo eine starke Tätigkeit besteht, wo also die Stelle der höchsten Erregbarkeit ist; diese hemmt gleichzeitig die Tätigkeit der weniger erregbaren Zentren. Ist aber der Weg dorthin einmal gebahnt, so wird er auch weiter eingeschlagen, selbst wenn die Erregbarkeit nicht mehr besteht. Besonders bemerkenswert ist, daß sich diese Anpassungen ganz automatisch vollziehen und sich auch auf ganz unbewußte vegetative Funktionen — wie es die Speichelsekretion ist — erstrecken.

Durch die Wahl einfacher und eindeutiger Versuchsbedingungen gelang es hier *Pawlow*, die Erklärung zu finden für Erfahrungen, die längst vorlagen; so möchte ich es für einen ganz analogen Fall halten, wenn erfahrene Ärzte vielfach Verstopfung bei ihren Patienten derart bekämpfen, daß sie ihnen eine Zeitlang Abführmittel geben und sie zu einer bestimmten Stunde den Ort aufsuchen lassen und daß sie dann letzteres unter Weglassung der Mittel mit Erfolg allein fortsetzen lassen. In ähnlicher Weise leitet man bei Schlaflosigkeit das Schlafenlernen mit Schlafmitteln ein.

Aber es ist kein Zweifel, daß die von *Pawlow* gegebene Erklärung auch da gültig ist, wo wir der komplizierten Verhältnisse halber im einzelnen noch nicht recht klar sehen. Wie oft lassen wir zur Erzielung eines bestimmten Erfolges gleichzeitig zwei Reize einwirken: wenn wir mit Androhung von Strafe oder mit Versprechungen Kinder oder Erwachsene oder auch bei der Dressur Tiere zu bestimmten Leistungen anspornen, tun wir vielleicht nichts anderes, als daß wir dem Zentralnervensystem einen Grad von Erregbarkeit geben, der sich für die Aufnahme und Fixierung des gewünschten Eindrucks eignet: später geht's dann automatisch. Wir haben die Sache nur in Schwung gebracht. Oft hört man: „Die Aufregung schlägt sich auf den Magen, auf den Darm, aufs Herz" usw. Möglicherweise sind das Fälle, wo die Zentren der betreffenden Organe besonders leicht erregbar sind und den hinzukommenden Erregungs-

reiz auf sich ziehen. Allerdings liegt hier auch die Möglichkeit vor, daß der Reiz sich zwar überall hin gleichmäßig verbreitet, aber die Organe selbst auch für schwachen Reiz überempfindlich sind.

Diese Anwendungen mögen genügen.

Als letztes Beispiel möchte ich nunmehr noch kurz die chemischen Anpassungserscheinungen des Körpers besprechen. Der Organismus verfügt über eine Unzahl chemischer Methoden. Mit diesen verarbeitet er zunächst die Stoffe, mit denen er es in der Regel zu tun hat: die Nahrungsstoffe. Aber auch viele körperfremde Stoffe ist er in der Lage, in mannigfachster Weise zu verändern. Von Interesse für uns sind aber nur solche chemischen Vorgänge, die beweisen, daß der Organismus chemische Fähigkeiten, die er in der Norm nicht oder nur spurenweise äußert, unter bestimmten Einflüssen in die Erscheinung treten und bei ihrer Fortdauer enorm sich steigern läßt. Wir könnten in Anlehnung an *Pawlow* diese Reaktionen bedingte Reaktionen nennen. Der Organismus verbrennt Alkohol, bei wiederholter Einführung lernt er ihn schneller verbrennen[12]), er zerstört von vornherein etwas Morphium, mit der Zeit immer mehr[13]).

Weitaus am interessantesten, am wichtigsten und bekanntesten aber ist, daß er nach der Einführung von allerhand körperfremden Stoffen von einem bestimmten Charakter, zu denen auch die giftigen Produkte von Bakterien gehören, eigentümliche Gegenkörper bildet, und zwar mit der Zeit immer mehr, und die Bildung geht auch noch weiter, wenn der Körper, der sie ausgelöst hat, längst nicht mehr im Organismus vorhanden ist. Über den Mechanismus der Steigerung dieser Bildung bestehen nur Hypothesen, auf die ich hier nicht eingehen will. Von Wichtigkeit ist nur die Frage, ob diese Bildung von Gegenkörpern den Ausdruck einer *neuen* Eigenschaft des Körpers darstellt: dies anzunehmen haben wir durchaus keinen Grund: einmal finden sie sich mitunter von vornherein beim nicht vorbehandelten Tier; so findet man bei 30 % normaler Pferde von vornherein Diphtheriegiftgegenkörper[4]), und da, wo dies nicht der Fall, beantwortet ja der Organismus schon die erste Zufuhr des Körpers mit Gegenkörperbildung; er besitzt also von vornherein die Fähigkeit, hat aber, mangels Gelegenheit, sie nicht anwenden können und ist befähigt, sie wie manche andere mit der Zeit zu steigern.

Die angeführten Beispiele genügen darzutun, daß der Organismus auch innerhalb sehr kurzer Zeit an Änderungen der Umwelt sich *neu* anpassen kann. Aber auch über das Wesen dieser Neuanpassungen erhalten wir Aufschluß: es ist immer das gleiche insofern, als allemal infolge der veränderten Außenbedingungen dem Organismus von vornherein eigne Funktionen nur quantitativ geändert, und zwar in den von uns betrachteten Fällen gesteigert wurden. Sei es nun, daß diese Funktionen auch bis dahin schon geübt wurden oder infolge mangelnder Beanspruchung latent, oder aus anderen Gründen so gut wie latent geblieben oder geworden waren: in keinem Fall waren wir gezwungen, die Entwicklung neuartiger Funktionen, eine qualitative Änderung des Funktionsvermögens anzunehmen; die Spezifität der Reaktion bleibt immer gewahrt.

Die nächste Frage ist: Wodurch ist diese Funktionsentwicklung, die durch die Umweltänderung ausgelöst wurde, möglich? Hier stoßen wir bereits auf eine nicht weiter analysierbare Grundeigenschaft der lebenden Substanz, auf den ihr eigentümlichen nicht nur morphologischen, sondern, was uns hier allein angeht, funktionellen Wachstums- oder Entwicklungstrieb.

Dessen Größe ist natürlich je nach Art und Zustand der lebendigen Substanz ganz verschieden, und so versteht es sich von selbst, daß, wie die Art, so auch das Ausmaß der durch äußere Reize ausgelösten Anpassungsreaktionen durch den Organismus entscheidend mitbestimmt wird. Der zweite bestimmende Faktor ist natürlich die Größe der durch die neuen Außenbedingungen gesetzten Reize.

Sein Ende findet der Anpassungsvorgang, wenn ein Gleichgewicht zwischen der belebten Substanz und den neuen Außenbedingungen sich wieder hergestellt hat. Danach möchte ich nach einer Richtung hin mit *Pawlow* und *Kassowitz*[14]) die Anpassungserscheinungen als Ausdruck desselben Strebens nach Aufrechterhaltung bzw. Herstellung eines Gleichgewichtes auffassen, wie es auch die unbelebte Welt beherrscht. Von dieser bloßen Betrachtung zurück zum Mechanismus.

Gleich zu Beginn haben wir ganz allgemein die Anpassung definiert als notwendige Folge der Grundeigenschaft der lebenden Substanz, wie von sich heraus, so auch durch Außeneinflüsse veränderlich zu sein. Die Anpassungsreaktionen treten demnach *notwendig* ein, ohne Rücksicht darauf, ob sie zweckmäßig, gleichgültig oder schädlich sind: der Organismus reagiert auf die Einfuhr körperfremder Eiweißkörper mit der Bildung von Gegenkörpern, ganz gleichgültig, ob die eingeführten Eiweißkörper giftig sind oder nicht. Sind sie giftig, so nennen wir die Gegenreaktion zweckmäßig. Das Moment der Zweckmäßigkeit spielt also keine kausale Rolle bei der Entstehung der Anpassungen, sondern es bedeutet nur einen bestimmten, mehr oder minder subjektiven Gesichtspunkt für die *Betrachtung* der Anpassungserscheinungen. Wie kommt es aber, daß uns bei der Betrachtung eine so große Zahl von Anpassungserscheinungen, z. B. alle heute betrachteten, als zweckmäßige Anpassungserscheinungen vorkommen, wenn wir als Zweck die Erhaltung des Individuums bzw. der Art annehmen. Nun, von diesem Gesichtspunkt aus ist es ganz zweifellos, daß zunächst einmal die Anpassungs*fähigkeit* eine zweckmäßige Eigenschaft der lebenden Substanz ist. Viel schwerer schon ist die Entscheidung darüber zu

treffen, ob im Einzelfall eine Anpassung zweckmäßig ist oder nicht. Das Gehirn des Alkoholikers lernt mit der Zeit die anfangs funktionsstörenden Folgen großer Alkoholdosen überwinden. Damit geht aber gleichzeitig der den Gesamtorganismus warnende Erfolg der Funktionsstörung verloren, und der Gesamtorganismus geht daher allmählich am Alkohol zugrunde. Vielleicht sind aber Alkoholiker von vornherein nicht kerngesunde, weil nicht widerstandsfähige Individuen, und es ist für die Erhaltung der Art diese Auslese zweckmäßig. Wie in diesem Fall, fehlt uns wohl in den meisten die Voraussicht, beurteilen zu können, was für den Endzweck vorteilhaft ist oder nicht.

Sehen wir aber einmal von dieser Schwierigkeit ab, die den Wert der Betrachtung unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit für die Erhaltung der Art wenigstens im Einzelfall als bis zu einem gewissen Grade zweifelhaft erscheinen lassen muß, so bleibt doch immer bestehen die Tatsache, daß viele Anpassungen für die Aufrechterhaltung der Funktionen im individuellen Dasein uns zweckmäßig scheinen müssen. Dahin gehören z. B. die verschiedenen Ausgleichserscheinungen, die wir nach Ausfall eines Organs beobachtet haben. Vielleicht ist die Anzahl dieser zweckmäßigen Anpassungen relativ nicht groß im Vergleich zur Zahl der überhaupt vorkommenden und scheint uns nur groß, weil infolge unseres Selbsterhaltungstriebes sie uns die wichtigsten sind.

Jedenfalls kommen sie häufig genug vor und wir sträuben uns dagegen, und es schiene uns recht künstlich und gezwungen, sollten wir ihr Vorkommen nur als ein zufälliges betrachten. Wir müssen also zusehen, ob wir nicht etwa von der heute durchgeführten Analyse aus eine Erklärung dafür finden, zumal das Problem der Zweckmäßigkeit der Anpassungen im Mittelpunkt grundsätzlicher Diskussionen steht.

Nun hat schon *Nothnagel*[15]) nachdrücklich darauf hingewiesen, daß schon unter normalen Verhältnissen die funktionierenden Zellen und Gewebe nur mit einem Anteil ihrer Leistungsfähigkeit tätig sind, sie besitzen, wie man wohl sagt, eine Reservekraft. Man bedenke nur, wie weit die Leistungsfähigkeit eines Muskels in einem gegebenen Moment seine gewöhnlich betätigte übersteigt. Andererseits zeigt sich die Existenz überschüssiger Einrichtungen darin, daß wir von selbst so lebenswichtigen Organismen wie Leber und Bauchspeicheldrüse große Teile ohne auch nur vorübergehenden Funktionsausfall entfernen können, bei der Bauchspeicheldrüse beispielsweise $^1/_{10}$[16]). Wohlgemerkt, in beiden Fällen treten nicht etwa andere Organe vicariierend ein. Ich könnte die Beispiele beliebig häufen. Wir sehen also, daß der Organismus so organisiert ist, daß er schon unter normalen Verhältnissen über eine große Reservefunktionsfähigkeit verfügt.

Nun zu den zweckmäßigen Neuanpassungen zurück: Wir haben gesehen, daß sie samt und sonders derart zustande kommen, daß unter dem Einfluß der dafür adäquaten Reize entweder schon geübte Funktionen gesteigert werden oder daß nachweislich vorhandene, aber aus irgendwelchen Gründen latent gebliebene oder gewordene Funktionsfähigkeiten geweckt und gesteigert werden oder daß vorhandene Eigenschaften, die bislang, wie der Wachstumstrieb, gehemmt waren oder infolge Mangels des adäquaten Reizes sich in besonderer Richtung nicht äußern konnten, dies nunmehr tun. Jedenfalls sind es immer *vorhandene* Funktionen oder Eigenschaften, die die Anpassung ermöglichen. Und wenn wir nun genauer zuschauen, sind es gerade und in besonderem Maße die lebenswichtigen, die sog. vegetativen Funktionen, die durch Reserveeinrichtungen gegen funktionsmindernde Wechselfälle gesichert sind. Ich erinnere Sie nur noch einmal daran, daß das Herz in allen seinen Teilen befähigt ist, die für die Aufrechterhaltung des Kreislaufs und damit des Lebens unentbehrlichen rhythmischen Kontraktionsreize zu erzeugen, obzwar es sie nur in der Not braucht. Wir sehen also die Anpassungen durch dasselbe Prinzip ermöglicht und bedingt, das auch unter gewöhnlichen Bedingungen verwirklicht ist: das der Bestandssicherung durch überschüssiges oder Reservevermögen der lebenden Organismen, also durch die besondere, natürlich nicht weiter analysierbare Organisation. Die Anpassungen sind nichts anderes als die Inanspruchnahme der vorhandenen Reservebefähigung bei Einwirkung der adäquaten Reize. Damit wird aber das Rätsel der Zweckmäßigkeit der Anpassungen zu einer Teilerscheinung des Rätsels der besonderen Organisation der lebenden Materie.

Literaturangaben.

Die mit * versehenen bedeuten zusammenfassende Darstellungen.

[1]) *Jaquet* und *Stähelin*, Stoffwechselversuch im Hochgebirge. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. Bd. *46*, S. 274, 1901.

[2])* *von Noorden*, Hdb. d. Pathol. des Stoffwechsels: Arzneimittel und Gifte in ihrem Einfluß auf den Stoffwechsel, von *O. Loewi*. Bd. *II*, S. 663, 1907.

[3]) *E. Weber*, Der Nachweis der durch Muskelarbeit herbeigeführten zentralen Ermüdung durch die Veränderung der bei Muskelarbeit eintretenden Blutverschiebung. Dubois Arch. f. Physiol. S. 290, 1914.

[4])* *P. Th. Müller*, Infektion und Immunität, Jena, Fischer 1912, S. 258.

[5]) *Goltz* und *Ewald*, Der Hund mit verkürztem Rückenmark. Pflügers Arch. Bd. *63*, S. 362, 1896.

[6])* *P. Ernst*, Die Pathologie der Zelle. Handb. d. allg. Pathologie von *Krehl* und *Marchand* Bd. *III*, Abtl. 1, S. 81, 1915.

[7]) *Rothberger*, Physiol. des Kreislaufs in: Hdb. der Herz- und Gefäßerkrankungen, herausgeg. von *Jagic*, *II*. Bd., 1. Teil, S. 80 ff., 1913.

[8]) *Miescher*, Correspondenzbl. f. Schweizer Ärzte Nr. 14, 1893.

[9])* *v. Tschermak*, Die Physiologie des Gehirns. Nagels Hdb. der Physiologie Bd. *IV*, 1909.

[10]) Vergl. auch *Kunkel*, Hdbch. der Toxikologie S. 826, 1899.

[11]) *Pawlow*, Die Erforschung der höheren Nerventätigkeit. Vortrag. Groningen 1913.

[12]) *Pringsheim*, Chemische Untersuchungen über das Wesen der Alkoholtoleranz. Biochem. Zeitschr. Bd. *12*, S. 143, 1908.
[13]) *Faust*, Über die Ursachen der Gewöhnung an Morphin. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. *49*, S. 217, 1900.
[14]) *Kassowitz*, Allgemeine Biologie Bd. *II*, S. 84 ff., 1899.
[15]) *Nothnagel*, Über Anpassungen und Ausgleichungen bei pathologischen Zuständen. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. *XVII*, Supplem.
[16]) *Minkowski*, Untersuchungen über den Diabetes mellitus nach Exstirpation der Pankreas. Arch. f. exper. Path. u. Pharmakol. Bd. *31*, S. 111, 1893.

Kritik an der üblichen elementaren Anwendung des Parallelogrammgesetzes auf die Bewegungsvorgänge am Segel.

Von Dr. Viktor Kutter,
zurzeit kommandiert nach dem Gr. Hauptquartier

Die übliche Darstellung der Segelwirkung besteht bekanntlich darin, daß die Windkraft als ein statischer Druck PQ auf die Segelfläche AB betrachtet und zweimal hintereinander zerlegt wird, zunächst in die Komponente PR senkrecht zum Segel und RQ parallel zu ihm. Diese letztere Komponente „äußert keine Wirkung auf das Segel, sondern gleitet an ihm ab[1]) und entspricht dabei der dem Segel entlang rückwärts streichenden nicht mehr wirksamen Luftmenge, während die andere Komponente abermals zerlegt wird in die Kraft PS längsschiffs und SR querschiffs; alsdann ist PS die gesuchte Kraft, die das Schiff in der Kielrichtung *vorwärts* treibt, während SR die Abtrift bewirkt.

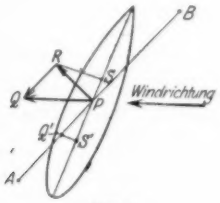

Fig. 1.

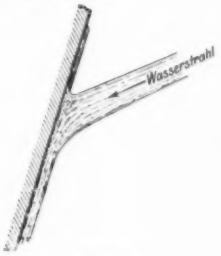

Fig. 2.

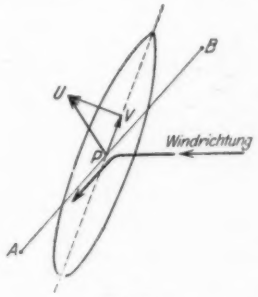

Fig. 3.

In dieser Darstellung soll, wie das allgemein erstrebt wird, ein dynamisches Problem auf ein statisches zurückgeführt werden, doch ist die Ausführung hierbei keine vollständige. Denn bei einer statischen Auffassung des Problems darf die Zeit entweder gar keine oder nur eine sehr bedingte Rolle spielen. Faßt man daher den Winddruck PQ nach der Gleichung

$$PQ = PS + SR + RQ$$

als eine statische Kraft auf, so kann man sich diese durch die drei Komponenten ersetzt denken, und dabei müssen nun notwendigerweise alle drei Komponenten gleichzeitig vorhanden sein, denn würde irgendeine in einem Augenblick fehlen, so würden die beiden andern allein in dieser Zeit eben nicht die Kraft PQ darstellen. Infolgedessen kann die Komponente RQ nicht der rückwärtsstreichenden nicht mehr wirksamen Luft entsprechen, weil ein Luftteilchen nicht im Punkte P einen Druck ausüben und zugleich auch parallel dem Segel entlang rückwärts streichen kann. Diese beiden Vorgänge sind hier örtlich und daher auch zeitlich voneinander getrennt. Die Komponente RQ kann aber auch nicht an dem Segel abgleiten, denn dieser Ausdruck würde offenbar besagen, daß die fragliche Kraft zwar durch die Strecke RQ der Größe und Richtung nach dargestellt wird, aber keinen Angriffspunkt besitzt, während bei allen Operationen, die wir mit Kräften vornehmen, es immer die selbstverständliche Voraussetzung ist, daß jede dieser Kräfte den elementarsten Bedingungen genügt, indem sie die Definition einer Kraft erfüllt. Nach der Definition ist aber eine Kraft erst bestimmt durch die drei Momente: Angriffspunkt, Richtung und numerische Größe.

So liegt also hier zur Erzwingung des gewünschten Effektes eine Art logischer Erschleichung vor, die sich seit Generationen forterbte und die darin besteht, daß unter dem Scheine der mathematischen Form Elemente eingeführt werden, die den elementarsten Anforderungen widersprechen, da ja die Komponente RQ vollwertig in Rechnung gesetzt wird, während sie die Definition einer Kraft gar nicht erfüllt.

Versucht man aber eine Korrektion durchzuführen, indem man der Kraft RQ ebenfalls einen Angriffspunkt im Punkte P gibt, und zerlegt dann ebenfalls in die Komponente PS' längsschiffs und $S'Q'$ querschiffs, so zeigt sich ohne weiteres, daß auf diesem Wege keine Vortriebskraft in der Kielrichtung entsteht, denn nunmehr ist die Wind-Kraft in vier Komponenten zerlegt, und es gilt die Gleichung:

$$PQ = PS + SR + S'Q' + PS',$$

wobei die Komponenten PS *und* PS' einander entgegenwirken und eher einen Rücktrieb als einen Vortrieb ergeben.

So scheint also eine Lösung des Problems in elementarer Weise nur auf anderem Wege möglich

[1]) Lehrb. d. Mechanik von *H. Lübsen*; 5. Aufl., bearb. von Prof. Dr. *A. Donath*, S. 101.

zu sein, und vielleicht ist die einzuschlagende Richtung durch das nachfolgende einfache Experiment geboten.

Wird ein mäßig starker Wasserstrahl schief gegen eine Wandung gerichtet, so wird der untere Teil des Wasserstrahles schon in einiger Entfernung von der Wandung abgebogen und alsdann nicht ruckweise, sondern successive in die Richtung parallel zur Wandung übergeführt, während einige obere Teile des Strahles an der festen Fläche der Wand emporgetrieben werden, wie dies Fig. 2 zur Darstellung bringt.

Übertragen wir diesen Vorgang auf den Luftstrom vor dem Segel, so werden die Luftteilchen vor der Segelfläche AB zu einer krummlinigen Bewegung gezwungen, wie sie in Fig. 3 schematisch angedeutet ist; und die Folge hiervon ist dann, daß diese Teilchen Zentrifugalkräfte ausüben, deren Gesamtwirkung in einem Druck auf die Segelfläche besteht und durch den Vektor PU dargestellt wird. Zerlegt man diesen Vektor längsschiffs und querschiffs, so erhält man die zwei Komponenten, die die Gleichung

$$PU = PV + VU$$

nunmehr in der vorgeschriebenen Weise erfüllen und zugleich auch den Elementarbedingungen genügen, so daß man auf diese Weise eine einwandfreiere Erklärung der Bewegungsvorgänge am Segel erhält. Natürlich gelten diese Ausführungen auch für die analogen Vorgänge am Drachen und letzten Endes also auch für den Vogelflug, wo allerdings noch kompliziertere Vorgänge, namentlich Wirbelbewegungen hinzukommen.

(Veröffentlicht mit Erlaubnis der zuständigen Militärbehörden.)

Geographische Mitteilungen.

Der Kaiserin-Augusta-Fluß (Sepik) in Deutsch-Neuguinea. Eine Expedition des Reichs-Kolonialamts hat in den Jahren 1912 und 1913 das Gebiet dieses größten Stromes unseres Südseeschutzgebietes eingehend erforscht, und *W. Behrmann* erstattet im 12. Ergänzungsheft der Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten (Berlin, 1917) einen Bericht über die geographischen Ergebnisse, der besonders ausführliche Mitteilungen über den Sepik selbst enthält. Dieser Fluß entspringt in der Zentralkette des Gebirges, das ganz Neu-Guinea als Rückgrat durchzieht. Seine höchsten Quellflüsse dürften aus dem bis nahezu 4000 m aufsteigenden Viktor-Emanuel-Gebirge kommen, das an der deutsch-holländisch-britischen Grenze gelegen ist. Er fließt dann nahe der holländisch-deutschen Grenzlinie nach Norden, wendet sich aber bald nach Osten und strömt in zahlreichen Windungen längs des 4. Grades südlicher Breite dem Meere zu. Von der zentralen Gebirgskette zweigen sich an der Nordseite einzelne Gebirgsäste ab, zwischen denen die Hauptnebenflüsse des Sepik ihm nordwärts zueilen. Die bis 1900 m aufragende Westkette, die 1700 m hohe Schatteburgkette, das 1400 m hohe Hunsteingebirge und die 2400 m hohe Schraderkette konnten besucht und ihr geologischer Bau erforscht werden, soweit dies die überall vorhandene Urwaldvegetation und die oft mehrere Meter dicke Verwitterungsrinde zuließen. Ein altes, stark gefaltetes und verworfenes Grundgebirge, in dem Gneise, Glimmerschiefer, Schiefer und Grauwacken vorherrschen, ist von Quarzadern und alten vulkanischen Gängen durchsetzt. Auf große Ausdehnung hin wird es von jüngeren Sedimentgesteinen überlagert, von denen namentlich eine weitverbreitete mächtige Sandsteindecke an verschiedenen Punkten festgestellt werden konnte. Aus späterer Zeit stammen zahlreiche Verwerfungen, deren Sprunghöhen stellenweise 1000 m übersteigen. Nördlich der Schraderkette, die das Quellgebiet des untersten und größten Nebenflusses des Sepik, des Töpferflusses, darstellt, treten als jüngste Gesteine Korallenkalke auf, welche die bekannten Verwitterungsformen, wie Erdfälle, Schlundlöcher, Schratten, Karren usw. aufweisen. Auf der Nordseite des Sepik, von welcher nur wenige kleinere Nebenflüsse kommen, sind die Gebirge trotz der größeren Küstennähe ziemlich unbekannt. *Behrmann* erörtert eingehend die Modellierung, welche diese Gebirge durch die abtragende Kraft des fließenden Wassers erlitten haben. In allen Teilen hat die Erosion eine tiefe Durchtalung hervorgerufen. Aber die Täler haben vielfach nicht die typische Form eines V, sondern bilden weite Talauen, die versumpft oder mit Anschwemmungsprodukten des Flusses erfüllt sind. Diese Tatsache sowie der Aufstau der Nebenflüsse zu Seen deuten auf ein Sinken des Gebirges in der Gegenwart hin.

Die Mündung des Sepik verrät sich an der mit Mangroven bestandenen Küste schon weithin durch die Trübung des klaren Meerwassers und die Mengen der treibenden Baumstämme. Über eine Mündungsbarre hinweg fährt man in den Fluß ein, der hier in einer Breite von 500 m, die sich jedoch in der Regenzeit durch die seitlichen Überschwemmungssümpfe auf viele Kilometer erweitert, zuerst eine Mangrovelandschaft durchströmt, die weiter stromaufwärts durch Sagosümpfe abgelöst wird. Die Gezeiten konnten 40 km stromaufwärts noch in einem Ausmaß von etwa ½ m festgestellt werden und dürften ihre Grenze erst 55 km von der Mündung erreichen. Hier beginnt die weite Zone der Grassümpfe, die der Fluß innerhalb eines natürlichen, von ihm selbst aufgeschütteten Dammes durchfließt. Sucht man vom Ufer aus in das Innere hineinzudringen, so gerät man nach Überschreiten des 15—150 m breiten Dammes, der allein Baumvegetation trägt, in einen unpassierbaren Schilf- und Zuckerrohrsumpf. Nur der Damm des Flusses selbst ist daher bewohnbar, und auf ihm haben die Eingeborenen ihre Dörfer sowie ihre Kokosnuß-, Tabak-, Taro- und Jams-Plantagen angelegt. Die weite Strecke des Dammflusses gliedert sich in mehrere Unterabteilungen, und besonders dann, wenn der Fluß an die Berge herantritt, gewinnt die Landschaft ein anderes Aussehen, indem Grassumpf und Galeriewald durch die üppige Vegetation der Bergwälder abgelöst wird. Die Berge bieten auch den Eingeborenen günstige trockene Wohnstätten, neben denen Kokosnüsse und Betelpalmen gut gedeihen, bequeme Zugänge zu den Landjagdgebieten vorhanden sind, während der Fluß die Fischnahrung gibt, der Damm bequemen Kulturboden ohne viel Rodung gewährt, und die seitlichen Verbindungen zu den Sumpfregionen eine Einfahrt mit Einbäumen und ein Flößen der Sagostämme erlauben. Den Charakter als Tieflands-Dammfluß behält der Strom bis etwa 142° östlicher Länge. Etwas weiter westlich erreicht die Kleinschiffahrt ihre Grenze, und es beginnt der Abschnitt, in dem der Fluß vorwiegend erodiert. Nahe der holländischen Grenze kann die Schiffahrt nur noch mit Einbäumen und eigens dazu mitgebrachten tüchtigen

eingeborenen Ruderern ausgeführt werden. Ein besonderes Kapitel des Werkes beschäftigt sich mit den bis dahin völlig unbekannten rechten Nebenflüssen, die von der Zentralkette herabkommen. Weit über das örtliche Interesse hinaus gehen die grundlegenden Ausführungen des Verfassers über den Charakter der Tieflandsflüsse im allgemeinen, den normalen Stromabfluß, die Mäanderbildung, die Änderungen des Stromlaufs und die Hochwasser, die im Maximum eine Erhöhung des Wasserstandes um 7,15 m über dem niedrigsten beobachteten Wert verursachten.

Die Grenze zwischen west- und osteuropäischer Kultur. Trotz zahlreicher Versuche einer Definition des Kulturbegriffs ist es bisher noch nicht gelungen, einwandfreie Merkmale der Kultur aufzustellen. Kenntnis des Lesens und Schreibens, Verbrauch von Seife, Freisein von Aberglauben, Anzahl der Zeitungen, Prozentsatz der bestellten Bodenfläche und ähnliche Momente kommen nur zum Teil in Betracht oder lassen sich nicht genau feststellen. Prof. *R. F. Kaindl* (Graz) hat daher in Petermanns Mitteilungen 1917, Heft 1, untersucht, wieweit sich eine, unserem Gefühl nach zweifellos vorhandene Grenze zwischen der Kultur des Westens und des Ostens auf der Karte ziehen läßt.

Eines der deutlichsten unterscheidenden Merkmale ist die *Sprache*, und wenngleich natürlich die Frage, welche Sprachen dem Westen und welche dem Osten zuzuteilen sind, strittig bleibt, so darf man doch wohl mit vollem Recht die russische Sprache dem östlichen, die deutsche dem westlichen Kulturkreise zurechnen. Nun umfaßt die deutsche Handelssprache fast die ganze westliche Hälfte Rußlands. Ihre Grenze verläuft etwa von Petersburg über Kursk und Charkow bis zur Mündung des Dnjepr in das Schwarze Meer, und sie ist die östlichste der in die Karte eingetragenen Kulturgrenzen.

Eine andere Grenze liefert uns das *Glaubensbekenntnis*, da die vom Weströmischen Reich ausgegangene romanisch-deutsche Kultur unbedingt fortschrittlicher und entwicklungsfreudiger gewesen ist als die von Byzanz beeinflußte osteuropäische. Der Verfasser führt verschiedene Einzelheiten an, in denen zum Ausdruck kommt, daß im großen und ganzen das Verbreitungsgebiet der griechisch-orthodoxen Religion auch ein Gebiet geringerer Kultur ist. Mit der Religion hängt die Verbreitung der *Kalender* alten und neuen Stils zusammen. Hier hat der Weltkrieg eine erhebliche Änderung hervorgebracht, indem der rückständige Julianische Kalender in Bulgarien und dem Türkischen Reiche durch den in Westeuropa geltenden Gregorianischen ersetzt worden ist. Dem östlichen Kulturkreis gehört auch das Festhalten an der *Cyrillica* an, jener aus der griechischen Schrift im 9. Jahrhundert entstandenen, die bei Russen, Ruthenen, Bulgaren und Serben noch heute im Gebrauch ist.

Alle Zweige der materiellen und geistigen Kultur in Polen, Ungarn, den Balkanländern, Rumänien und Rußland sind von deutscher, zum Teil auch von französischer und englischer Kultur durchdrungen worden, deren Einflüsse sich in allen Gewerben und Industrien zwar nachweisen, aber nicht durch die Konstruktion einer Grenzlinie auf der Karte zum Ausdruck bringen lassen. Die Durchdringung des osteuropäischen Kulturkreises durch westeuropäische Einflüsse konnte aber doch z. B. durch Hervorhebung der Orte, an denen deutsche Zeitungen erschienen, gekennzeichnet werden.

Das *deutsche Recht* hat seit dem Mittelalter einen Siegeszug über einen großen Teil von Osteuropa angetreten, so daß Kosakengerichte z. B. den Sachsenspiegel anwandten. Mit dem deutschen Stadtrecht ging das deutsche Zunftrecht Hand in Hand, und mit dem letzteren ist zugleich das deutsche Handwerk und seine Erzeugnisse nach Osten gewandert, was noch heute in dem Vorhandensein deutscher Bezeichnungen für zahlreiche handwerkliche Fachbenennungen zum Ausdruck kommt.

Das Vordringen des *deutschen Hauses* und seiner Einrichtungen nach Osten ist ebenfalls eine der interessantesten Erscheinungen. Die Ostgrenze fränkischer Hausformen verläuft über Libau, Wilna, Pinsk durch Ostgalizien und Ostungarn.

Wenn auch die Forschung noch nicht so weit vorgedrungen ist, um alle diese Einflüsse auf den Osten genau feststellen und eine eindeutige Grenzlinie zwischen west- und osteuropäischer Kultur ziehen zu können, so bietet doch die von Prof. *P. Langhans* entworfene Karte, die jedoch erst dem Februarheft von Petermanns Mitteilungen beigegeben ist, außer den bereits erwähnten Verbreitungsgrenzen noch eine Fülle von Einzelheiten und von informatorischem Material, das gerade in der jetzigen Zeit außerordentlich willkommen ist. Vor allem bildet die in 36 verschiedenen Farbentönen und Signaturen dargestellte Verteilung der einzelnen Völker Europas über den Kontinent eine überaus dankenswerte Bereicherung der geographischen Literatur.

Das Sinken des Wasserspiegels im Victoria-Njansa. Die hydrographischen Verhältnisse der zentralafrikanischen Seenregion, die so lange zu den geographischen Rätseln gehört haben, sind heute im großen und ganzen geklärt, wenngleich noch manche Probleme der endgültigen Lösung harren. Zu diesen letzteren gehört die Frage nach dem ständigen Sinken des Seespiegels in dem gewaltigen Wasserbecken, des Victoria-Njansa, der nach den Messungen von *J. Perthes* eine Gesamtfläche von 68 800 qkm hat, an Größe also nur von dem Kaspischen Meer, dem Aralsee und dem Oberen See übertroffen wird (*J. Perthes*, Der Victoria-Njansa. Göttingen 1913). Die am Ufer des Sees wohnenden Waschaschi haben die Überlieferung, „daß der See stirbt", und zahlreiche Forscher vertreten die Ansicht, daß er in langsamem Austrocknen begriffen ist. Demgegenüber betonte *Perthes*, daß die Frage, ob eine *konstante* Wasserstandsabnahme, d. h. eine allmähliche Austrocknung stattfindet, zurzeit noch nicht spruchreif sei.

Beim Studium von Karten über die zentralafrikanische Seenregion aus dem 16. und 17. Jahrhundert machte nun neuerdings *T. Langenmaier* eine Entdeckung, welche diese Streitfrage von einer neuen Seite beleuchtet (Alte Kenntnis und Kartographie der zentralafrikanischen Seenregion. Münchener Dissertation. Erlangen 1916). Auf jenen Karten findet sich als einer der Quellseen des Nil der Zaflan-Lacus eingezeichnet, dessen Umrißformen jedoch so sehr von denjenigen des Victoria-Njansa abwichen, daß eine Identifizierung beider Seen nicht angängig erschien. *Langenmaier* fand jedoch, daß die Umrißform des Zaflan-Lacus mit der Gestalt einer, 30 m über dem heutigen Seespiegel gezogenen Niveaulinie übereinstimmte, welche namentlich die Lage, Form und Größe einer riesigen Bucht in der Mitte des Westufers getreulich wiedergab. Unter eingehender Würdigung jener alten Kartenquellen und der modernen Beobachtungen gelangt er zu dem Resultat, daß der Wasserspiegel des Victoria-Njansa um die Mitte des 16. Jahrhunderts noch etwa 30 m höher stand als heute und damals an Stelle der jetzigen Kagera-Ebene jene große Seebucht gebildet hat, wie sie auf den alten Darstellungen des Zaflan-Sees abgebildet wurde. Der Seespiegel hätte sich demnach im Durch-

schnitt um 9 cm jährlich erniedrigt. Bezüglich der Ursache dieser starken Wasserabnahme schließt sich *Langenmaier* der Ansicht von *Stuhlmann* an, daß wahrscheinlich klimatische Ursachen mit einer starken Tiefenerosion des bei den Riponfällen ausfließenden Nils zusammenwirken. *O. Baschin, Berlin.*

Botanische Mitteilungen

Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme.

Wir haben in der Schweiz keine Landesanstalt für Pflanzengeographie, die mit reichlichen Mitteln versehen im Großen die *Aufnahme des Landes in geobotanischer* Hinsicht in die Hand nähme, um durch das Studium der Vegetation diese Wissenschaft zu fördern und dadurch auch zu Nutzen von Forst- und Landwirtschaft zu wirken. In vorbildlicher Weise löst die Geologie die analogen Aufgaben. Unter dem bescheidenen Titel der „Geologischen Kommission" wird eine Summe von Forschertätigkeit geleistet, die den Vergleich mit den großen geologischen Landesanstalten des Auslandes wohl aushält. Um eine analoge geobotanische Landesaufnahme zu ermöglichen, trat 1914 die *Pflanzengeographische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* ins Leben, deren Gründung durch eine Stiftung ermöglicht worden war. Die Pflanzengeographische Kommission setzt sich die Untersuchung der gesamten *Vegetation* der Schweiz, hauptsächlich der Pflanzengesellschaften, zur Aufgabe. Sie veranlaßt geobotanische Arbeiten nach bestimmten, von ihr aufgestellten Programmen. Sie kann auch begonnene oder von Forschern vorgeschlagene Arbeiten nach Eingabe eines Arbeitsprogrammes unterstützen.

Die „Vegetation" ist hier gewissermaßen im Gegensatz zur „Flora" zu verstehen, deren Studium nicht eingeschlossen ist. Die Systematik und Floristik werden von alters her in den wohlausgerüsteten Instituten der Hochschulen, in den Mittelschulen sowie in den kantonalen und lokalen Vereinigungen gepflegt. Im weiteren erinnere ich auch an die „Fortschritte der Floristik", die regelmäßig in den Berichten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft erscheinen. Diese Gebiete gehören nicht zu dem Kreise der Aufgaben unserer Kommission. Hingegen soll sie für Einheitlichkeit in der geobotanischen Terminologie und der Kolorierung der Karten sorgen. Sie beginnt nun eine neue Publikationsserie unter dem Namen *Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme.* Bis jetzt sind zwei Hefte dieser Serie erschienen, die kurz besprochen werden sollen:

Pflanzengeogr. Kommission der Schweiz. Nat. Ges.: Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 1. Vorschläge zur geobotanischen Kartographie von Dr. *Eduard Rübel* (Zürich). Mit 2 Tafeln. Ausgegeben am 28. September 1916. Den Berichten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, Heft XXIV (1916), für die Mitglieder und den Tauschverkehr beigelegt. Zürich 1916, Kommissionsverlag von Rascher & Co. 1,50 Fr.

Unter den Aufgaben der Pflanzengeographischen Kommission der Schweiz. Nat. Ges. steht auch die, daß die Kommission für Einheitlichkeit in der Kolorierung und Bezeichnung der schweizerischen Vegetationskarten sorgen soll. Als ein weiterer Ausblick bleibt dann eine Skala für die ganze gemäßigte und kalte Zone, deren Aufstellung schon lange dringend gewünscht wird.

Die Ausführungen über die allgemeinen Gesichtspunkte für die Anlegung von Vegetationskarten lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Von vorhandenen Kartengrundlagen eignet sich der Topographische Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas) vorzüglich. Eine Ausführung der Alpenblätter in 1 : 25 000 ist sehr wünschenswert. 2. Die Karte darf nicht überladen sein; sie soll sich auf das Synökologische beschränken. Man verweise floristische, edaphische und klimatische Darstellungen auf eigene Karten, event. auf durchscheinende Auflegekarten. 3. Die vorzuschreibenden Normalien sollen sich auf das allgemein Wichtige beschränken, die Signaturen auf die gesellschaftlich wichtigen Typen. 4. Was die topographische Karte schon gibt, soll mitverwertet werden. 5. Die Karte soll, wenn nichts anderes bemerkt ist, den gegenwärtigen Zustand der Vegetation darstellen (Wiesen und Kulturen wechseln auf demselben Boden). 6. Die Farbengebung soll sich, soweit möglich, der Natur anpassen. 7. Das Kartenbild soll möglichst wenig gestört werden, darum sollen für die Flächentöne nur leichte Farben verwandt werden. 8. Es soll möglichst Anlehnung an schon vorhandenes Gutes genommen werden. 9. Für ausgedehnte Gesellschaften sollen Flächentöne verwandt werden, event. mit Zeichen, für weniger Kartenraum einnehmende Gesellschaften Zeichen. 10. Die Zeichen sollen alle voneinander verschieden sein, nicht dasselbe in mehreren Farben wiederkehren. 11. Die Zeichen sollen sich soweit möglich der Natur des Dargestellten anpassen. 12. Zu weiterer Einteilung der Pflanzengesellschaften können leicht faßliche Buchstabenkombinationen (*Drude*) verwandt werden.

Der Arbeit sind zwei Tafeln beigegeben, die eine mit den Zeichenvorschlägen, die andere mit den Farbenvorschlägen. Was die *Zeichen* anbetrifft, so hat sich die Kommission auf eine Liste geeinigt, die den Ansprüchen gerecht werden dürfte. Die Zeichen sind so gewählt, daß sie sich möglichst der Natur anpassen und sich daher rasch und leicht dem Gedächtnis einprägen werden.

Die Verteilung der *Farben* hat die Kommission an Hand vorhandener Karten, ferner durch eine größere Reihe Mal- und Druckproben eingehend geprüft, aber sich noch nicht für Einzelheiten festgelegt. Sehr wünschenswert ist es, für jede Formationsgruppe eine eigene Farbe zu besitzen, ähnlich wie die Geologen für Jura Blau, für Kreide Grün usw. Innerhalb der Gruppe sollen Unterschiede durch Stärkedifferenzen erzeugt werden. Vollton und Halbton geben gute Resultate. Ob noch weitere Teilung durch feinere Strichelung und Punktdruck möglich ist, scheint nach den vorhandenen Druckproben nur noch für den Punktdruck wahrscheinlich, wenn es nicht auf Kosten der Lesbarkeit der Karte gehen soll. Die beigegebene Farbentafel stellt dar, was die Kommission als eine der besten bisherigen Lösungen bezeichnet hat, die aber erst einige Zeit an praktischen Beispielen erprobt werden soll, bevor über Beibehaltung oder Abänderung Beschluß gefaßt wird.

In Aussicht genommen sind für Nadelgehölze eine blaugrüne Serie, für Fallaubgehölze eine frischgrüne Serie, für Zwerggesträuch rosa, für Hartwiesen (trocken) gelb, für Kulturen orange, für immergrüne Wiesen eine hellgrüne Serie, für Sumpfwiesen flußblau, für submerse Bestände seeblau und für Hochmoore violett. Die von der „Kartographia A.-G." Winterthur angefertigte Farbtafel ist im ganzen gut geraten, jedoch einige Farben haben nicht ganz den gewünschten Ton des handgemalten Originals: Das Grün der immergrünen Wiesen sollte etwas gelblicher sein als es im Druck ausgefallen ist, die Farbe der Kulturen etwas frischer orange und die Hochmoorfarbe etwas bläulicher.

Pflanzengeogr. Kommission der Schweiz. Nat. Ges.: Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 2. Programme für geobotanische Arbeiten im Auftrage der

Schweizerischen Pflanzengeographischen Kommission verfaßt von *E. Rübel*, Präsident, *C. Schröter*, Vizepräsident, *H. Brockmann-Jerosch*, I. Schriftführer. Ausgegeben am 30. November 1916. Den Berichten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, Heft XXIV (1916), für die Mitglieder und den Tauschverkehr beigelegt. Zürich 1916, Kommissionsverlag von Rascher & Co. 1 Fr.

Die Kommission hat die Aufgabe, die geobotanische Durchforschung der Schweiz nach allen Richtungen zu fördern und so auf dem von *Hermann Christ* durch sein „Pflanzenleben der Schweiz" 1879 so breit und anregend gelegten Fundament weiter zu bauen. Diese Aufgabe erblickt die Kommission nicht nur darin, die von verschiedener Seite in Angriff genommenen geobotanischen Arbeiten zu unterstützen, sondern sie möchte auch anregend auf die Anhandnahme neuer Probleme wirken. Diesem Zweck sollen die vorliegenden Programme dienen: Sie sollen dem angehenden Geobotaniker eine Wegleitung und dem erprobten neue Anregung bieten; sie greifen die den Verfassern heute besonders wichtig und dankbar erscheinenden Probleme heraus.

Die Programme sind nach folgenden Kapiteln geordnet:

I. Gebietsmonographien,
II. Monographien einzelner Pflanzengesellschaften,
III. Monographien einzelner Arten nach ihrer Gesamtökologie und Verbreitung,
IV. Ökologische Faktoren und Anpassungserscheinungen,
V. Behandlung geobotanischer Einzelerscheinungen,
VI. Geschichte der Flora und der Vegetation der Schweiz.

Für die Gebietsmonographien werden die zu untersuchenden Fragen durchgangen: was an orographischen Faktoren aufgeführt werden soll, welche klimatischen Faktoren aus den vorhandenen meteorologischen Aufzeichnungen herausgerechnet werden können und welche selber gemessen werden müssen. Dabei wird auf die zurzeit bekannten Instrumente aufmerksam gemacht. Sodann werden die edaphischen Faktoren erläutert und besonders auf die biotischen Faktoren eingegangen, unter denen den Wettbewerbverhältnissen und den anthropogenen Wirkungen bisher nicht überall genügende Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Es folgen die „Pflanzengesellschaften" mit der Feststellung des Bestandes, Einzeichnen in die Karte, Feststellung der Verbreitungstatsachen nach der Schätzungsmethode, der Zählmethode und der gewichtsanalytischen Methode, den Höhenstufen und Höhengrenzen, den Sukzessionen, der Darlegung der Verbreitungsgesetze, den ökologischen Einzelbeobachtungen und der Anlage der Florenliste (Standortskatalog).

Das II. Kapitel macht darauf aufmerksam, wie wichtig die Verfolgung einer einzelnen Pflanzengesellschaft durch die ganze Schweiz wäre. Hierzu gehört z. B. die noch fehlende rein wissenschaftliche Durcharbeitung verschiedener Waldtypen, die auch für den Forstmann von Nutzen wäre, zu dessen Ausführung er aber selber wegen anderweitiger Inanspruchnahme nicht gelangt.

Das III. Kapitel bespricht die Monographien einzelner Arten nach ihrer Gesamtökologie und Verbreitung. Im IV. Kapitel werden ökologische Faktoren und Anpassungserscheinungen aufgezählt, deren Studium sich zu selbständigen Arbeiten eignet, wie z. B. der Lichtgenuß der Pflanzen, die relative Transpiration extremer ökologischer Typen, das Verhältnis von Niederschlag zu Verdunstung usw. Das V. Kapitel gibt Beispiele wünschenswerter Themata, die geobotanische Einzelerscheinungen behandeln, wie die Bodenstetigkeit, die Überwinterungsstadien, die Frage, welche Formationen im gleichen Klima gleichzeitig nebeneinander auftreten können, usw. Das VI. Kapitel behandelt die genetische Geobotanik.

Zum Schluß wird ein Verzeichnis der bisher erschienenen schweizerischen geobotanischen Monographien gegeben. Als Fußnoten wird ziemlich viel Literatur zitiert, wobei nicht auf Vollständigkeit gesehen ist, sondern darauf, dem Leser die Werke anzugeben, wo er weitere Literatur findet oder wo Anregungen zu finden sind. *Eduard Rübel, Zürich.*

Chemische Mitteilungen.

Neue Ergebnisse der Kohlenforschung. Vor einigen Monaten teilte der Leiter des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Kohlenforschung in Mülheim a. d. Ruhr Prof. *Franz Fischer* eine Reihe wichtiger Forschungsergebnisse über die Produkte verschiedener neuer Behandlungsarten der Kohlen mit. Anläßlich der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf am 4. März 1917 ergänzte Prof. *Fischer* seine Ausführungen. Die Arbeiten sind mit Rücksicht auf dringende technische Aufgaben vorläufig mehr in praktischer Richtung ausgebaut worden. Von großer technischer Bedeutung ist es, daß man aus dem Teer, der durch Destillation der Kohlen bei niederer Temperatur gewonnen wird, sämtliche Produkte der Petroleumindustrie, also Paraffin, Schmieröle, petrolartige Öle und Benzine erhalten kann. Unter den bisher nur wissenschaftlich interessanten Errungenschaften wäre die nahezu vollständige Überführung der Kohlensubstanz in wasserlösliche Verbindungen mittels Ozoneinwirkung zu erwähnen. Ausführlichere Angaben über die verschiedenen neuen und vervollkommneten Prozesse und deren Produkte sind von *Fischer* und seinen Mitarbeitern in nahe Aussicht gestellt. Wir referieren über die bisher bekanntgemachten Fortschritte nach dem obengenannten Vortrage *Fischers*. (*Stahl und Eisen* 1917, S. 346.)

Als **Tieftemperaturteer** bezeichnet *F. Fischer* jenen Teer, der bei der Destillation von Steinkohle bei gewöhnlichem Druck, aber bei einer 450° nicht überschreitenden Temperatur gewonnen wird. Dieser Teer ist ganz ähnlich zusammengesetzt, wie der von *Pictet* und von *Wheeler* durch Vakuumdestillation gewonnene, nähert sich aber insofern mehr dem von *Wheeler* erhaltenen, als er ebenfalls auch Phenole einschließt. *Fischer* und *Gluud* erreichten durch Anwendung rotierender Destillationsgefäße, daß keine lokale Überhitzung stattfinden kann. Bisher lag es stets im technischen Interesse, entweder recht viel Gas zu erzeugen (Leuchtgasindustrie) oder einen recht festen Koks zu erzielen (Kokerei). Daher war das Einhalten niederer Destillationstemperaturen in der Praxis unerwünscht. Eine Gasflammkohle z. B. gab bei niederer Temperatur destilliert aus 100 kg Kohle nur 6 cbm Gas, während die gewöhnliche Kokerei eine sechsfache Gasausbeute erzielt. Dafür wurden aber 10 kg Teer erhalten, während man sonst nur etwa 4 % erhält. Der zurückbleibende Koks wurde von Fachleuten als sog. Halbkoks gewertet. Er dürfte als rauchlose Kohle Verwendung finden können. Würde dies nicht der Fall sein, so sollte er in Verbindung mit einem Gaserzeuger noch heiß zur Gewinnung von Generatorgas benützt werden. Derartiger Halbkoks ist in England von der Coalite-Compagnie und anderen Gesellschaften schon früher auf ähnlichem Wege erhalten worden. Seiner leichten Zerreiblichkeit wegen ließ er sich aber nur

schwer verwerten. Der Tieftemperaturteer enthält weder Naphtalin noch Anthrazen. Die Menge der Phenole beträgt je nach der Kohlenart 14—50 % des Teers. Phenol (Karbolsäure) ist kaum vorhanden, wohl aber die Verbindungen von den Kresolen aufwärts. Nach Abtrennung dieser alkalilöslichen Phenole und Destillation des Rückstandes mit überhitztem Wasserdampf wurden ausgezeichnete Schmieröle gewonnen. Sie machen 10—15 % des Teers aus; es sind wohlriechende, goldrote, viskose Flüssigkeiten. Außerdem enthält der Teer 15—33 % nichtviskose petrolartige Öle, die zum Teil aus ungesättigten, zum Teil aus gesättigten Kohlenwasserstoffen der Naphtenreihe bestehen. Sie sind, wie das Petroleum, schwach optisch aktiv. Schließlich wäre zu erwähnen, daß sowohl der Tieftemperaturteer, wie auch das bei der Destillation gebildete Gas je 0,2—0,3 % (auf das Gewicht der Kohle bezogen) leicht siedender Kohlenwasserstoffe enthält, welche sich durch fraktionierte Destillation in alle jene Benzinarten trennen lassen, die man aus dem Petroleum gewinnt, also: Petroläther, Ligroin, Leicht- und Schwerbenzine. Das Gas hat einen gegenüber dem gewöhnlichen Leuchtgas oder Kokereigas außerordentlich hohen Heizwert von etwa 9000 Kalorien, da es zur Hauptsache aus Methan, Äthan und schweren Kohlenwasserstoffen besteht. Der Tieftemperaturteer kann, wie *Fischer* meint, ebenso wie der Kokereiteer es bisher gewesen ist, ein Rohmaterial für zahlreiche Industrien werden, und man könne nunmehr sagen, daß die Kohle nicht nur für die Chemie der aromatischen Verbindungen, sondern auch für die der hydroaromatischen und aliphatischen als Fundgrube betrachtet werden kann. Die Destillation der Braunkohle im Vakuum ist bisher nicht beschrieben worden. Nach *F. Fischer* enthält der hierbei gewonnene Teer Montanwachs sowie dessen Zersetzungsprodukte. Mitteldeutsche Kohlen ergaben fast 30 % eines gelbbraunen, bei Zimmertemperatur festen Teers, dessen Erstarrungspunkt 53° betrug, während der gewöhnliche Schwelteer einen Erstarrungspunkt von ca. 30° zeigt. Trotz des hohen Erstarrungspunktes bildeten etwa die Hälfte des Teers viskose Öle. Es wurde auch ein Tieftemperaturteer aus Braunkohle hergestellt, der noch unverändertes Montanwachs enthielt und der auf Trieböle und Paraffin verarbeitet werden konnte.

Die Extraktion der Kohle mit Benzol ist bisher nur in der Braunkohlenindustrie technisch durchgeführt worden. Man erhält bei der Temperatur des siedenden Benzols (80°) etwa 11 % Extrakt, der aus einem Gemenge eines wirklichen Wachses (Montanwachs) und Harzen besteht. Wird die Extraktion mit flüssiger schwefliger Säure bei gewöhnlicher Temperatur ausgeführt, so erhält man ein typisches Harz. Die Extraktion von Steinkohlen hat bisher nur geringe Ausbeuten ergeben. Am ergiebigsten war noch jene mit Pyridin, doch erwies sich diese als praktisch nicht verwertbar. Mit siedendem Benzol erhielten *Pictet* und *Ramseyer* nur 0,1—0,15 % Extraktstoffe auf das Gewicht der Kohle bezogen. *F. Fischer* und *Gluud* konnten dagegen durch Extraktion unter Druck mit Benzol bei 270° die Ausbeute bis auf etwa das 60-fache, bis auf 6,5 %, erhöhen. Braunkohlen gaben unter diesen Umständen 25 % Extrakt. Die Ausbeute an Extraktstoffen kommt also nach diesem neuen Verfahren etwa der gewöhnlichen Teerausbeute gleich. Der Benzolextrakt der Steinkohle bildet eine grünfluoreszierende Flüssigkeit, die nach der Entfernung des Benzols petrolartig riecht. Durch Behandeln mit Ligroin kann der Extrakt in einen kleineren löslichen (etwa 1 %) und einen größeren (etwa 5 %) unlöslichen Anteil getrennt werden. Der lösliche Anteil bildet ein goldgelbes Öl, der unlösliche Teil einen braunen Körper vom Schmelzpunkt 160°. Die Extraktion der Steinkohle mit flüssiger schwefliger Säure liefert nur jenen flüssigen, öligen Bestandteil in 0,5—1 % der Kohlensubstanz. Dieses riechende goldrote Öl entspricht auch der Schmierölfraktion des Tieftemperaturteers. Da sie also auch schon bei Zimmertemperatur aus der Kohle extrahiert werden können, entsprechen diese Verbindungen jedenfalls unveränderten Bestandteilen der ursprünglichen Kohlen. Merkwürdigerweise quillt die Kohle bei der Behandlung mit schwefliger Säure auf und verliert derart den Zusammenhang, daß sie schon bei der geringsten Erschütterung in der Flüssigkeit in staubfeine Teilchen zerfällt.

Die Überführung der Kohle in wasserlösliche Substanzen ist von *F. Fischer* mittels Ozon erreicht worden. Während die bei der Vakuumdestillation, bei der Destillation bei niedriger Temperatur und bei der Extraktion mit überhitztem Benzol oder kalter schwefliger Säure gewonnenen Produkte sich nur auf jenen kleineren Anteil der Kohlensubstanz beziehen, die sozusagen als Verkittungsmittel der Kohle dient, kann man durch Einwirkenlassen von Ozon auf in Wasser suspendierte Kohle allmählich bis 92 % der Kohle in in Wasser lösliche Verbindungen überführen. So läßt sich junge Steinkohle, Torf und Braunkohle umwandeln, während Zellulose, die Muttersubstanz der Hauptmasse der Kohlen, eigentümlicherweise keine glatte Überführung gestattet. Koks gibt nach diesem Verfahren überhaupt nichts Lösliches, Anthrazit nur ungemein wenig. Je älter die Steinkohle ist, desto geringer wird die Ausbeute an diesen löslichen Verbindungen. Der von *Lindner* für die Fettgewinnung gezüchtete Pilz vermag in diesen Lösungen der Kohlensubstanz zwar zu leben, wenn man die dunkle und nach Karamel riechende saure „Kohlenlösung“ mit Ammoniak neutralisiert, aber er setzt kein Fett an. „So gut bekommt ihm die lösliche Kohle doch nicht.“

Hydrierung der Steinkohle. Eine Umwandlung der Hauptmenge der Kohlensubstanz in lösliche Stoffe gelingt auch durch Hydrierung. Nach älteren Versuchen von *Berthelot* erhält man durch Erhitzen von Holz, Braunkohle oder Steinkohle mit Jodwasserstoff bei 280° ein dem Rohpetrol ähnliches Öl. Während *Berthelot* aus Steinkohle etwa 60 % dieses Öles erhielt, konnten *F. Fischer* und *Tropsch* die Ausbeute bei einer Gasflammkohle auf 80 % erhöhen. Fettkohle gab nur 50 %, Anthrazit nur 12 %. Je jünger die Kohle, desto größer die Ausbeute. Eine Verflüssigung der Kohlensubstanz wurde in den Nachprüfungen nicht erhalten; die angegebenen Werte beziehen sich auf die in Chloroform löslich gewordenen Umwandlungsprodukte. Eine für die Praxis aussichtsreichere Hydrierungsmethode ist die Destillation der Kohle unter hohem Wasserstoffdruck. Bei Temperaturen zwischen 500—750° erhielten *Fischer* und *Keller* hierbei sehr hohe Teerausbeuten, nämlich bis zu 20 %. Nach einer Patentschrift von *Bergius* soll die Kohle auf diese Weise sogar völlig in flüssige Verbindungen übergeführt werden können. *G. Trier, Zürich.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.